



CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS NA GEOMORFOLOGIA DA IBIAPABA SETENTRIONAL (CEARÁ, BRASIL)

Geological conditionings in the geomorphology of the northern Ibiapaba (Ceará, Brazil)

Condiciones geológicas en la geomorfología de la Ibiapaba setentrional (Ceará, Brasil)

Marcelo Martins de Moura-Fé¹

RESUMO

Pertencente ao grupo das serras úmidas do semiárido nordestino, a serra da Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural e, por conseguinte, há a necessidade de um maior conhecimento sobre sua geomorfologia, por exemplo. Uma etapa importante para o preenchimento dessa lacuna passa pelo conhecimento dos substratos geológicos dos relevos que compõem a paisagem da Ibiapaba e suas áreas adjacentes, na região noroeste do estado do Ceará. Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é apresentar os condicionamentos geológicos na geomorfologia da Ibiapaba em sua porção setentrional. Metodologicamente foram utilizados os pressupostos teóricos da ciência geomorfológica, com ênfase na análise morfoestrutural. Tecnicamente, o contingente metodológico se apoiou nas etapas de gabinete, com detalhados e criteriosos levantamentos bibliográfico e cartográfico, na realização de levantamentos de campo e na análise integrada de todos os dados na etapa de laboratório, com ênfase nos mapeamentos temáticos da Ibiapaba e região. Os resultados alcançados, apresentados nas caracterizações litológicas, nas discussões teóricas e empíricas feitas, e nos materiais gráficos elaborados (mapas, perfis e fotos editadas), permitem fazer uma análise dos condicionantes geológicos para o quadro geomorfológico da Ibiapaba, condição básica para o conhecimento do relevo e seus aspectos evolutivos.

Palavras-chave: Morfoestruturas. Morfoesculturas. Geomorfossítios. Geodiversidade. Patrimônio Geomorfológico.

ABSTRACT

Belonging to the humid mountain range of the Northeastern semi-arid region, the sierra of Ibiapaba presents gaps in its natural history and, therefore, there is a need for greater knowledge about its geomorphology, for example. An important step to fill this gap is the knowledge of the geological substrates of the reliefs that make up the landscape of Ibiapaba and its adjacent areas in the northwestern region of the state of Ceará. Therefore, the main object of this work is to present the geological conditionings in the geomorphology of the Ibiapaba in its northern portion. Methodologically, the theoretical assumptions of geomorphological science were used, with emphasis on morphostructural analysis. Technically, the methodological contingent relied on the cabinet stages, with detailed and careful bibliographical and cartographic surveys, in the field surveys and in the integrated analysis of all the data in the laboratory stage, with emphasis on the thematic mappings of Ibiapaba and region. The results obtained, presented in the lithological characterizations, in the theoretical and empirical discussions, and in the elaborated graphical materials (maps, profiles and edited photos) allow to making an analysis of the geological conditioners for the geomorphological picture of Ibiapaba, basic condition for the knowledge of the relief and its evolutionary aspects.

Key-words: Morphostructures. Morphosculptures. Geomorphosites. Geodiversity. Geomorphological Heritage.

¹ Geógrafo. Doutor em Geografia (PPGG - UFC). Professor do Departamento de Geociências da Universidade Regional do Cariri (URCA). Rua Cel. Antônio Luz, 1161, Campus Pimenta. Crato - CE. Email: marcelo.mourafe@urca.br

RESUMEN

Pertenciente al grupo de las sierras húmedas del semiárido del noreste, la sierra da Ibiapaba presenta lagunas en su historia natural y, por lo tanto, existe la necesidad de un mayor conocimiento sobre su geomorfología, por ejemplo. Un paso importante para llenar este vacío a través del conocimiento de los sustratos geológicos de los relieves que compone el paisaje de Ibiapaba y sus áreas adyacentes, en la región noroeste del estado del Ceará. De esta forma, el objetivo principal de este trabajo es presentar las condiciones geológicas en geomorfología de la Ibiapaba en su parte septentrional. Metodológicamente fueron utilizados los presupuestos teóricos de la ciencia geomorfológica, con énfasis en el análisis morfoestructural. Técnicamente, el contingente metodológico se basó en los pasos de la oficina con estudios detallados y profundos, en la realización de estudios de campo y análisis integrado de todos los datos en la fase de laboratorio, con énfasis en la cartografía temática de la Ibiapaba y región. Los resultados obtenidos, se presentan en la caracterización litológica, en discusiones teóricas y empíricas realizadas, y los gráficos elaborados (mapas, perfiles y fotos editadas), permiten analizar las condiciones geológicas del contexto geomorfológico de Ibiapaba, condición básica para el conocimiento del relieve y sus aspectos evolutivos.

Palabras claves: Morfoestructuras. Morfoesculturas. Geomorfossítios. Geodiversidad. Patrimonio geomorfológico.

INTRODUÇÃO

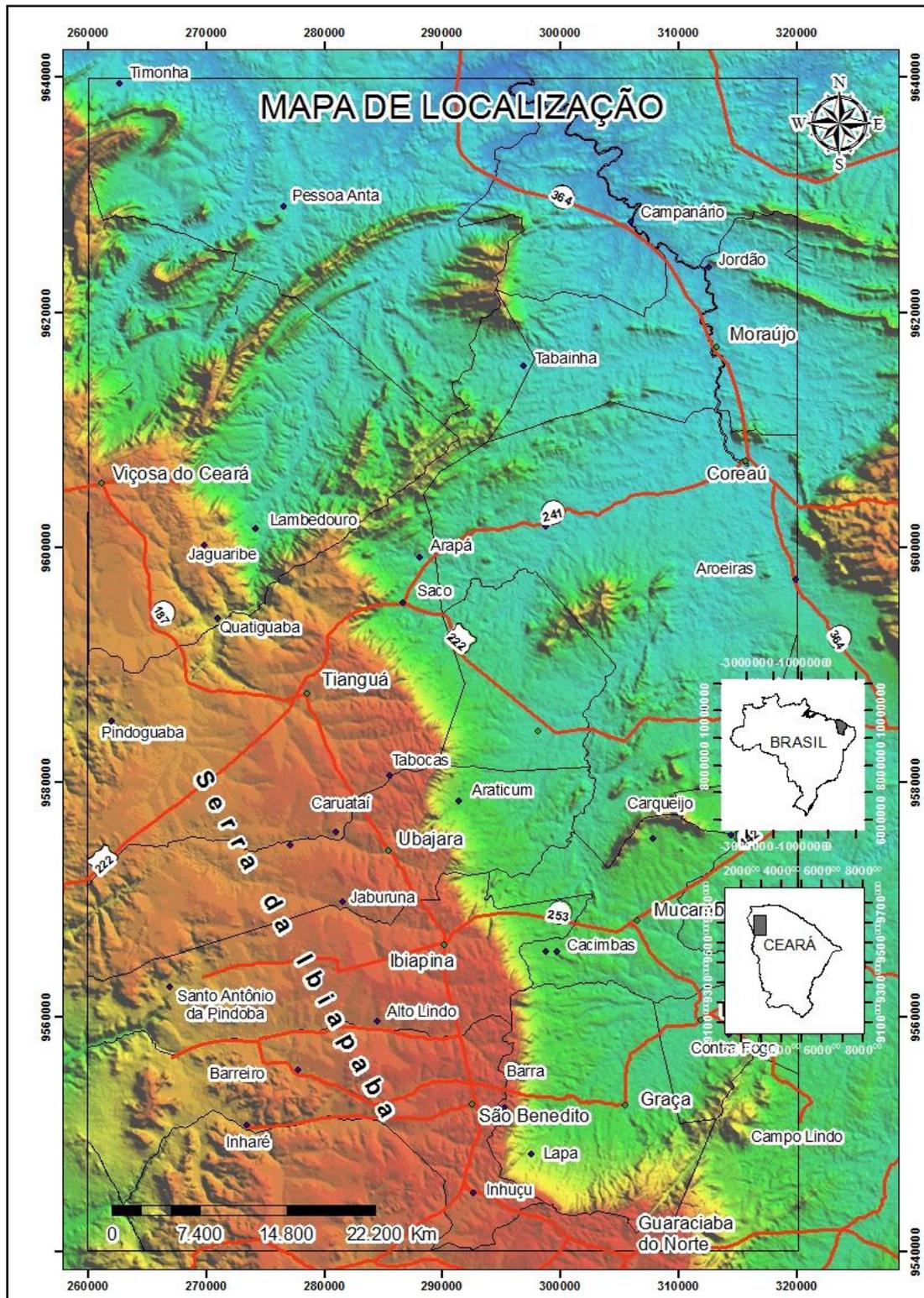
Pertencente ao grupo das serras úmidas do semiárido nordestino, feições geomorfológicas importantes para o estado do Ceará e para a região Nordeste do Brasil, a Ibiapaba apresenta lacunas em sua história natural e, por conseguinte, a necessidade de um maior conhecimento. Uma etapa importante para o preenchimento dessa lacuna passa pelo conhecimento dos sustratos geológicos dos relevos que compõem a paisagem da Ibiapaba e suas áreas adjacentes, na região noroeste do estado do Ceará.

Mais do que influenciar, os aspectos litológicos, tectônicos e cronoestratigráficos, muitas vezes, condicionam o arranjo geomorfológico em escala regional, o que ocorre na Ibiapaba (MOURA-FÉ, 2015). Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é apresentar os condicionamentos geológicos na geomorfologia da Ibiapaba em sua porção setentrional.

A determinação específica da área setentrional para este estudo, dentro dos 380 km de extensão da Ibiapaba, não se deu por acaso. As suas dimensões regionais e a dificuldade em se trabalhar todo o modelado no período de vigência do doutorado, determinaram a escolha de um fragmento para a realização do estudo. Também foram considerados de forma criteriosa e com base no conhecimento prévio da região, os elementos logísticos e, sobremaneira, as características geográficas e geomorfológicas mais significativas, as quais pudessem dar respostas mais rápidas e satisfatórias às questões feitas e aos objetivos propostos.

Com base nesses critérios, realizou-se um recorte espacial do modelado, privilegiando os setores centro-norte e norte da Ibiapaba, bem como os respectivos entornos setentrional e oriental, fundamentais para analisar a diferenciação geomorfológica que se estabeleceu entre os setores norte e leste e para o entendimento geológico-geomorfológico da região denominada aqui como a Ibiapaba setentrional. A área de estudo é apresentada na Figura 1.

Figura 1. Mapa de localização da Ibiapaba setentrional.



Fonte: Moura-Fé, 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

O itinerário metodológico percorrido foi compartimentado basicamente em duas linhas: no embasamento teórico, centrado na abordagem morfoestrutural da ciência geomorfológica, a qual passa pela abordagem geológica em seus aspectos estruturais e litológicos, e na utilização de um contingente técnico associado. Esse contingente técnico é compartimentado nas etapas de gabinete, campo e laboratório, ambientes clássicos onde se desenvolvem os trabalhos de geomorfologia.

A etapa de gabinete, inicialmente, referiu-se ao levantamento de materiais, dividida em dois grupos distintos: bibliográfico e cartográfico.

O levantamento bibliográfico abordou, de forma detalhada, a produção científica associada aos temas de pesquisa propostos. A busca se deu, sobremaneira, por meio do portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), no endereço web: www.periodicos.capes.gov.br/, objetivando a seleção e download de artigos científicos internacionais e nacionais relevantes e atuais.

O levantamento cartográfico se constituiu em diversos mapas temáticos, imagens de satélite (Embrapa, Google Earth), arquivos *shapes* e imagens de radar, digitalizadas do projeto Radambrasil – Folha Fortaleza, escala 1:1.000.000 (1981), cartas topográficas (cartas da SUDENE, escala 1:100.000) e imagem SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission* (Missão Topográfica de Radar Transportado), da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), escala 1:250.000 (1998).

Já os levantamentos de campo foram realizados em diferentes momentos ao longo do ano, feitos em dias consecutivos e programados antecipadamente, com percurso, datas e objetivos pré-determinados, quadro logístico facilitado pelo conhecimento prévio da área. Os levantamentos foram concentrados em segmentos distintos da região, visando dar maior celeridade à realização das atividades.

Em todas as atividades foram feitos registros fotográficos, das características topográficas, morfométricas, morfoestruturais e morfoestratigráficas dos relevos e seus contatos, além da determinação das coordenadas UTM de todos os elementos abordados.

Por fim, as atividades de laboratório consistiram inicialmente em análises detalhadas, tanto de material impresso quanto digital de diversos mapas e cartas: Mapa geológico do estado do Ceará, na escala 1:500.000 (CPRM, 2003); Mapa morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e Paraíba (CPRM, 2003), cartas topográficas da SUDENE (1977), escala de 1: 100.000, dentre outras.

Análises de Imagens do satélite disponíveis no *software Google Earth* permitiram a interpretação sistemática da área em diversas escalas, em modelo 3-D, além de permitir a elaboração de perfis topográficos, os quais também foram elaborados por meio de *software Global Mapper*. Todo o mapeamento

foi elaborado através do software ArcGIS, aplicativo ArcMap, considerado o módulo central e fundamental (COELHO, 2008), pois nele são confeccionados / manipulados os mapas, realizada a edição e a exportação dos dados georreferenciados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Contexto tectônico

Situada no contexto tectônico da Província Parnaíba, a Ibiapaba apresenta como substrato predominante as litologias concernentes ao Grupo Serra Grande, em contraponto com a diversidade litoestratigráfica verificada nos seus contatos a leste e ao norte, correspondentes a outra província, a Província Borborema.

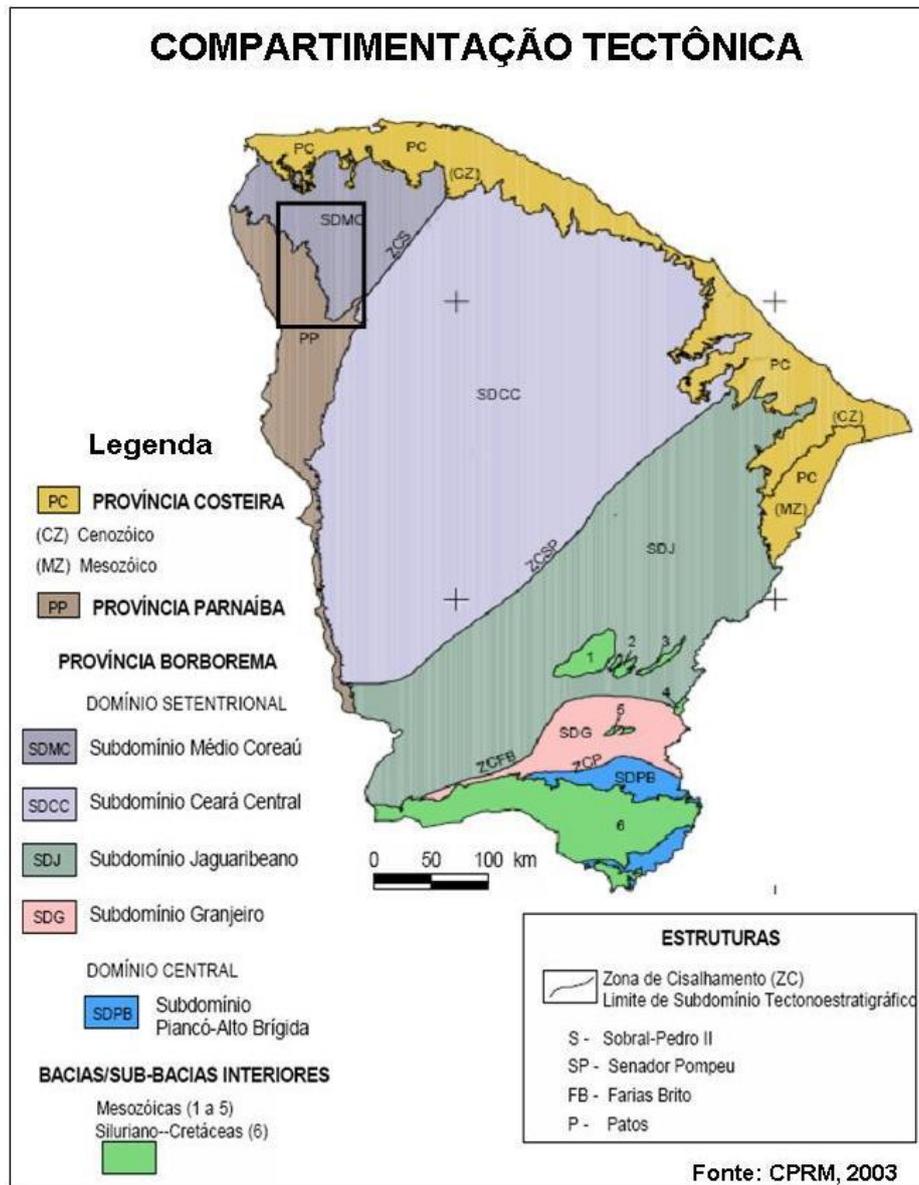
Conforme observado na Figura 2, na área de estudo (delimitada em destaque na figura) verifica-se o predomínio ocidental da Província Parnaíba (PP), a qual corresponde exatamente à Ibiapaba. Praticamente na mesma proporção espacial, nas porções norte e leste da área, ocorre a Província Borborema, mais precisamente, o seu subdomínio Médio Coreaú (SDMC), em uma posição topograficamente inferior em relação à PP.

O SDMC comporta o sistema de dobramentos marginais do Médio Coreaú e um sistema de falhas paralelas de direção NE-SO, estrutura-se em uma sucessão de *horsts* e *grabens*, orientados conforme o sistema de falhas (NE-SO), o que indica uma grande mobilidade tectônica da região nos períodos finais do pré-Cambriano e no Paleozoico Inferior, com reativações secundárias em períodos mais recentes (COSTA *et al.*, 1979; HASUI, 2012; PIRES, 2003; SANTOS *et al.*, 1984).

Delimitado a SO pela bacia do Parnaíba e a SE pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II (ZCS), o SDMC é compartimentado tectonicamente em 4 (quatro) blocos tectônicos, os quais correspondem a uma alternância de *horsts* e *grabens* (Figura 3): *horst* de Granja, *graben* Martinópolis, *horst* Tucunduba e o *graben* Ubajara-Jaibaras (COSTA *et al.*, 1979; PIRES, 2003), onde todos apresentam contato direto com as vertentes norte e leste da Ibiapaba.

Esse quadro tectônico é o primeiro condicionante sobre o relevo da região estudada, pois perfaz a macro-estruturação topográfica, ao passo que ao longo dos *horsts* temos os relevos mais elevados na região de contato com a Ibiapaba; e nos *grabens* temos altitudes menores e a maior captação das águas nas bacias hidrográficas da região e, por conseguinte, o desenvolvimento dos maiores cursos d'água.

Figura 2. Compartimentação tectônica do estado do Ceará. Em destaque, a Ibiapaba setentrional.

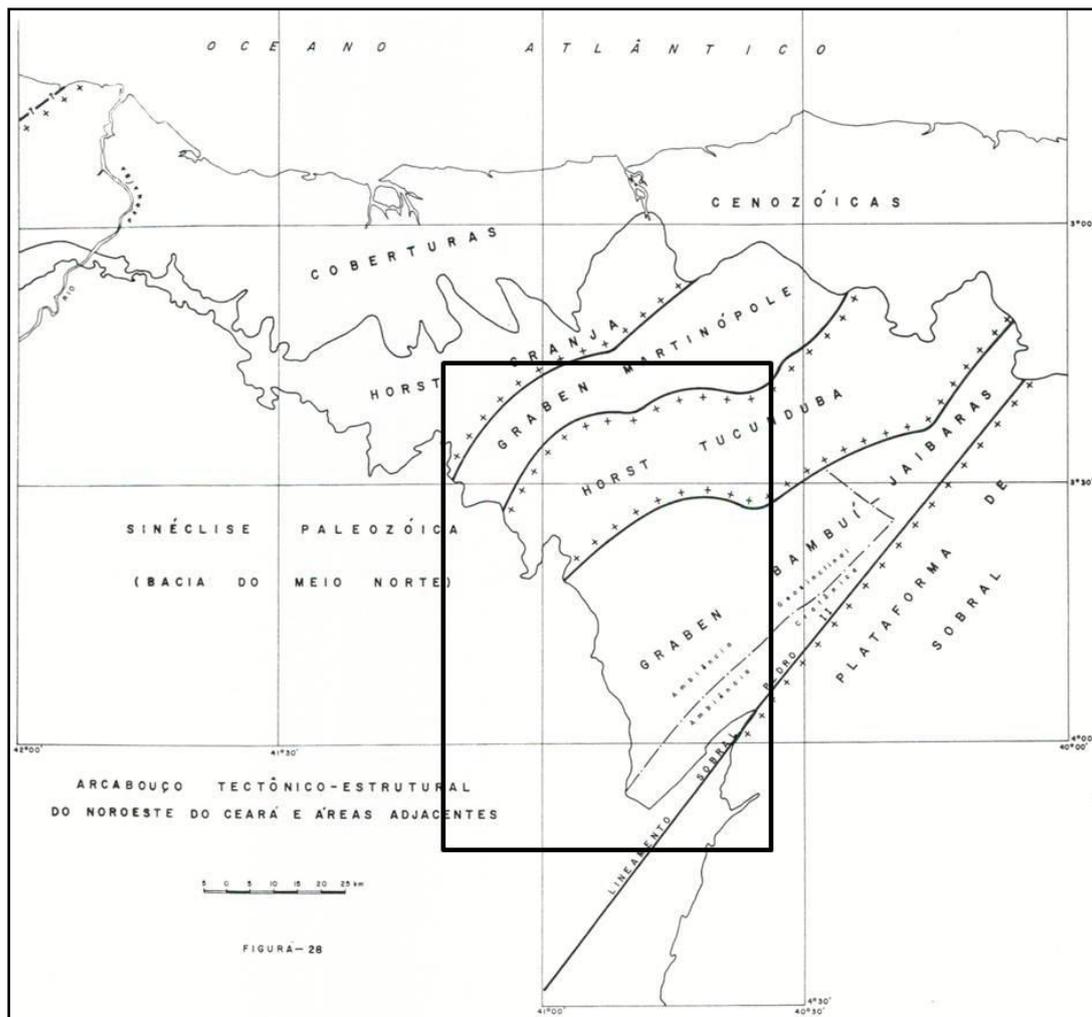


Fonte: Adaptado de Moura-Fé, 2015.

Como pode ser observado, o principal elemento estrutural delimitador dos subdomínios tectônicos é a ocorrência de zonas de cisalhamento, com amplo destaque para a zona de cisalhamento Sobral-Pedro II (Transbrasiliiano). Conceitualmente, uma zona de cisalhamento é uma zona tabular onde a deformação é notavelmente maior que a deformação nas rochas ao seu redor (FOSSEN, 2012), por falhas que resultam de deformações rúpteis (MACHADO e SILVA, 2003).

Sobre esses compartimentos tectônicos verifica-se uma significativa diversidade litoestratigráfica, a qual deve ser considerada para a evolução geomorfológica ao proporcionar diferentes padrões intempérico-erosivos aos modelados dos quais são substrato.

Figura 3: Compartimentação tectono-estrutural da região NO do Ceará.



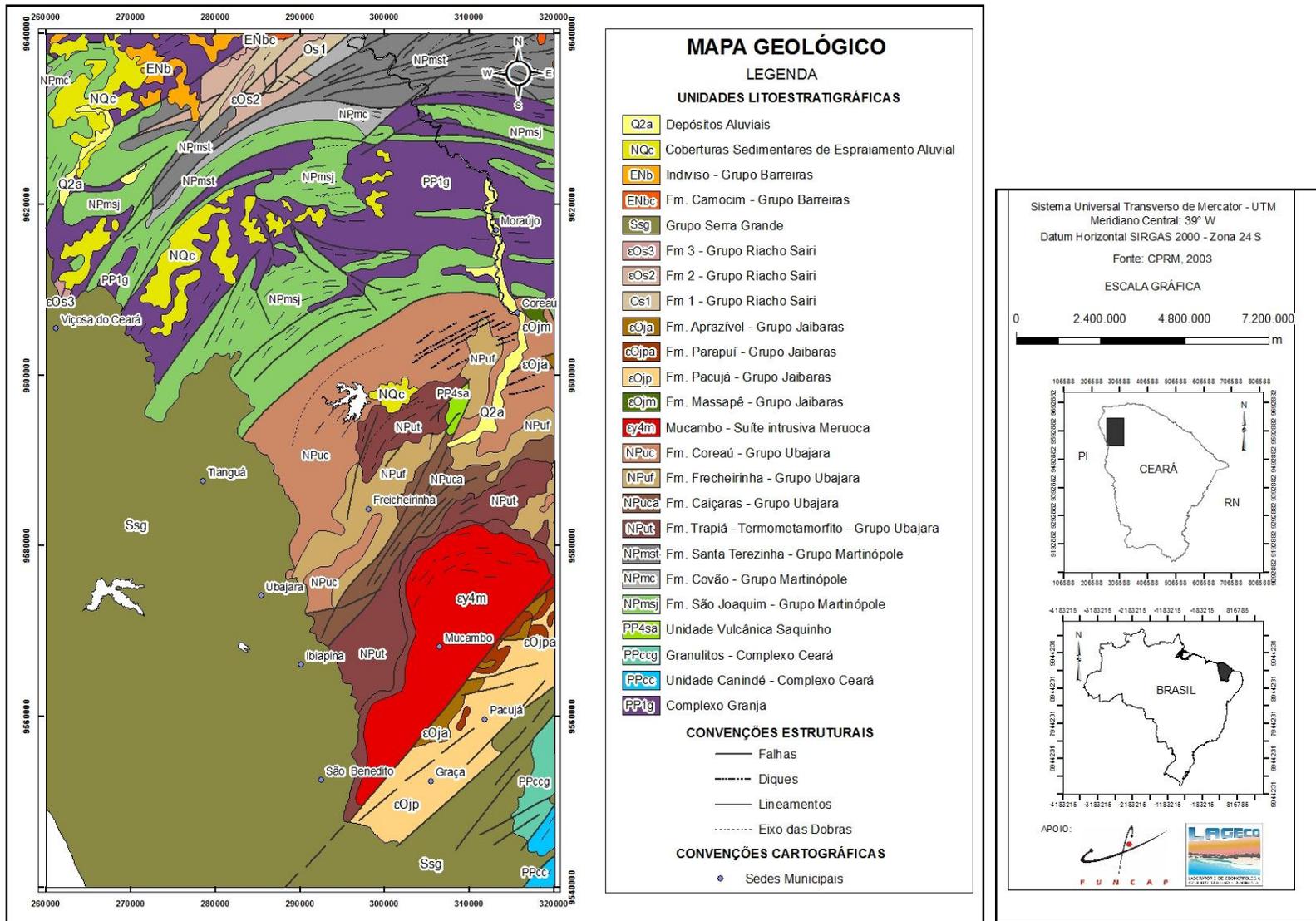
Fonte: COSTA *et al.*, 1979. Adaptado de Moura-Fé, 2015.

Os grupos litológicos serão apresentados a partir de uma compartimentação que segue a subdivisão tectônica apresentada e as suas respectivas idades, ou seja, inicialmente, serão descritas as litologias concernentes ao embasamento cristalino, o qual corresponde à Província Borborema e seus subdomínios (SDMC e SDCC); depois as bacias molássicas do graben Ubajara-Jaibaras; a bacia do Parnaíba, relacionada à Província Parnaíba; e sobrepondo-as setorialmente, as litologias referentes às coberturas cenozoicas.

A espacialização das unidades litoestratigráficas e das principais estruturas tectônicas presentes na área de estudo são apresentadas na Figura 4 – Mapa Geológico. As informações acerca das idades são embasadas na Tabela Geocronológica da Comissão Internacional de Estratigrafia (IUGS, 2013).

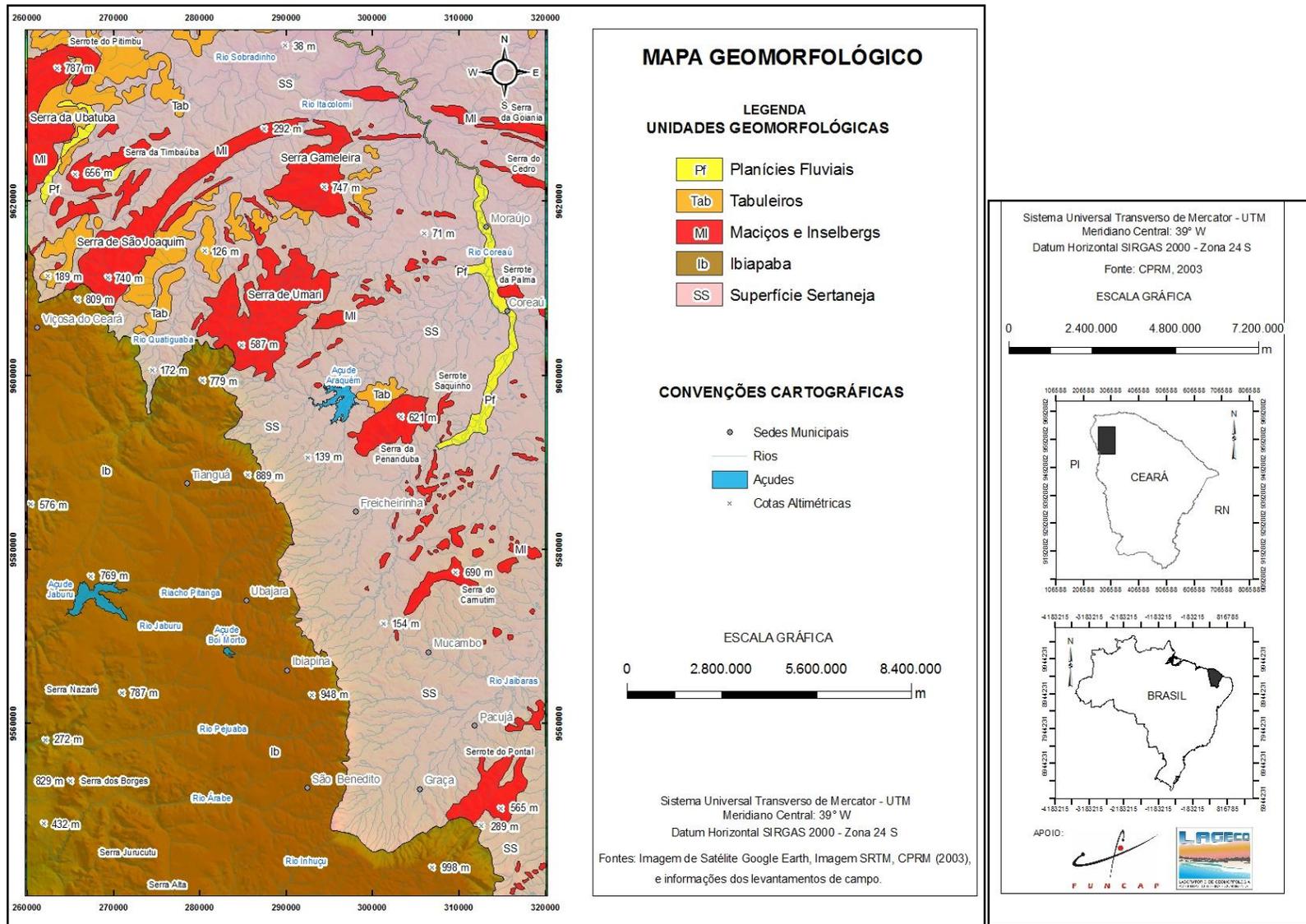
Por sua vez, as unidades geomorfológicas associadas são apresentadas na Figura 5 – Mapa Geomorfológico da Ibiapaba setentrional.

Figura 4. Mapa geológico da Ibiapaba setentrional.



Fonte: Moura-Fé, 2015.

Figura 5. Mapa geomorfológico da Ibiapaba setentrional.



Fonte: Moura-Fé, 2015.

LITOLOGIAS DO EMBASAMENTO

Conceitualmente, o embasamento constitui um conjunto de rochas organizadas em estruturas complexas que estão sotopostas em discordância angular (camadas de idades, deformações e ângulos diferentes separadas por superfícies erosivas) a pacotes de rochas sedimentares de bacias mais recentes. Em geral, de idade Pré-cambriana, é composto por rochas cristalinas, advindo daí a denominação frequente de embasamento cristalino (POPP, 2012; SUGUIO, 1998).

As primeiras unidades litoestratigráficas apresentadas correspondem ao embasamento cristalino da área, a saber:

Complexo Granja: formado por gnaisses, ortognaisses, granulitos e migmatitos bandados e dobrados (CPRM, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 1981), presentes ao norte da Ibiapaba e recobertas pelo Grupo Barreiras, pelas Coberturas Sedimentares de Espraimento Aluvial e, sobretudo, pelas formações neoproterozóicas do Grupo Martinópole. O recobrimento pelo Grupo Serra Grande se dá no limite norte da Ibiapaba, seguindo um direcionamento NE-SO, em consonância com o sistema de falhas e lineamentos.

Complexo Ceará (unidade Canindé): representado na área pela unidade Canindé, dotada de lentes de quartzito e por um significativo conjunto de rochas paragnáissicas (derivadas de metassedimentos) (CPRM, 2003).

Unidade Vulcânica Saquinho: Paleoproterozóica (1,6-18 Ga), junto dos Complexos Granja e Ceará, constitui a litologia mais antiga da área, formada por meta-traquiandesitos e riolitos, com fácies miloníticas e cataclásticas, além de vulcanoclasticos, calcários e arenitos ferruginosos (CPRM, 2003; IBGE, 1999; HASUI, 2012). Intrudindo o Grupo Ubajara, no qual aparece como um pequeno *klippe*, constitui uma unidade metavulcanossedimentar (HASUI, 2012), resistente ao intemperismo e à erosão, permanecendo na paisagem na forma de um pequeno inselbergue.

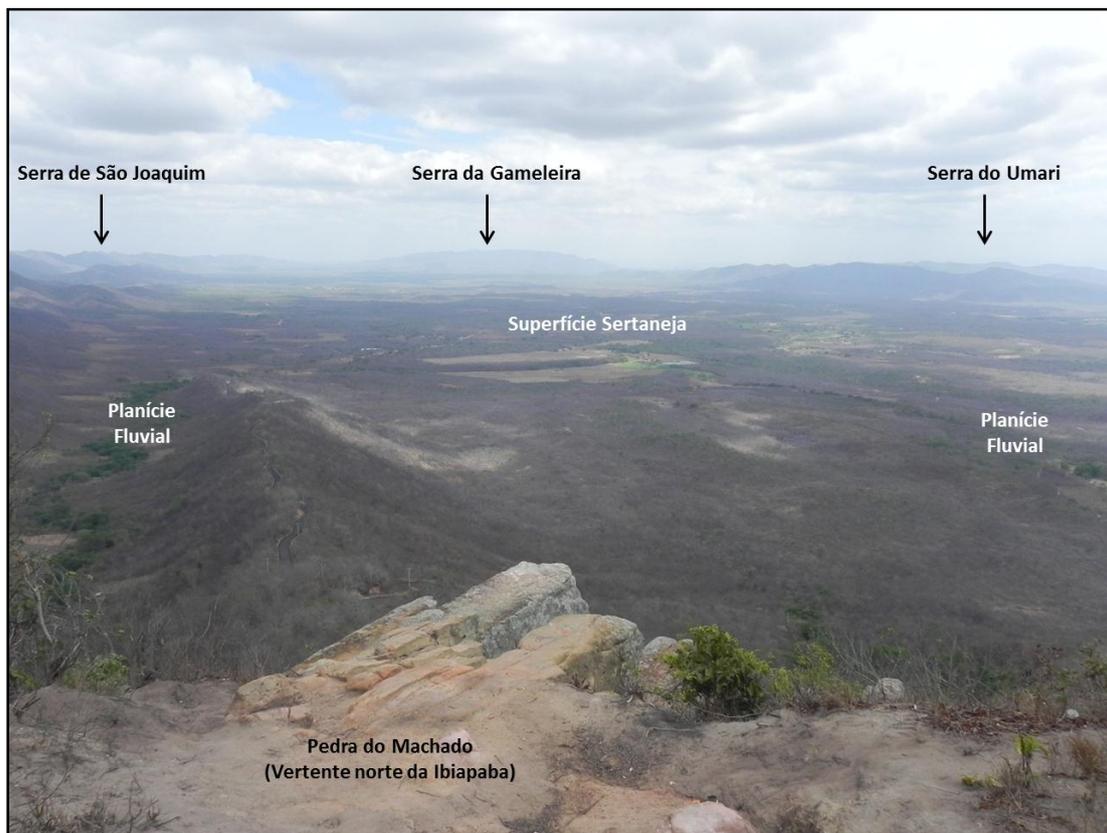
Grupo Martinópole: Neoproterozoica (NP; 635-850 Ma), é uma unidade metavulcanossedimentar, cujos pacotes rochosos estão alojados no graben homônimo, delimitado pelas falhas de Jaguarapi (norte) e Itacolomi (sul), em contato tectônico com o Complexo Granja (ANGELI *et al.*, 1993; NASCIMENTO *et al.*, 1981).

Gerado em ambiente marinho (HASUI, 2012), esse grupo situa-se, sobretudo, ao longo da porção norte, em contato direto com as vertentes da Ibiapaba, sotoposto ao Grupo Serra Grande, em discordância tectônica e angular (NASCIMENTO *et al.*, 1981), sendo subdivido nas seguintes formações geológicas: **Goiabeira** (NPmg), formação basal não aflora na área, sendo apresentada a título de informação; **São Joaquim** (NPmsj): composta por quartzitos puros e micáceos (CPRM, 2003), sustentam os maciços ao norte da Ibiapaba, sobretudo, em função da resistência intempérico-erosiva dos quartzitos; **Covão** (NPmc) e **Santa**

Terezinha (NPMst): formação superior do grupo, composta sobretudo por filitos, os quais afloram de forma alongada na direção NE-SO, culminando com a sobreposição das litologias do Grupo Serra Grande.

Com exceção dos quartzitos da Formação São Joaquim do Grupo Martinópole, os quais sustentam os maciços quartzíticos elevados em contato com a vertente norte da Ibiapaba (Figura 6), as rochas do embasamento foram bastante erodidas ao longo do Cenozóico, compondo atualmente a superfície de piso regional, a superfície sertaneja.

Figura 6: Visão panorâmica dos elevados maciços quartzíticos na vertente norte da Ibiapaba em contato com a rebaixada superfície sertaneja.



Fonte: Moura-Fé, 2015.

BACIAS MOLÁSSICAS

Inseridas no embasamento cristalino, mas que podem ser agrupadas em um segmento distinto, as unidades litológicas relacionadas às bacias molássicas correspondem aos setores de ocorrência do graben Ubajara-Jaibas, sítio dos Grupos Ubajara e Jaibas, cuja sedimentação final já se deu no Cambriano (PEULVAST e BÉTARD, 2015), além do Grupo Riacho Sairi, uma intrusão básica de idade correlata ao Grupo Jaibas, mas situado fora do graben.

Conceitualmente, molassas correspondem a depósitos sedimentares terciários que se estendem na região entre os Alpes e o Jura, cujo termo, por extensão, se aplica para designar depósitos sin e pós-orogênicos de qualquer idade de sedimentos clásticos depositados em grabens, e que sejam formados ao sopé de relevos elevados recém-soerguidos (IBGE, 1999; PEULVAST e BÉTARD, 2015; SUGUIO, 1998), com forte conotação tectônica (SUGUIO, 2003) e que também correspondem à última fase deposicional (pós-orogênica) (SUGUIO, 1998).

Litologicamente, formam-se assim espessas camadas de sedimentos clásticos, imaturos e grosseiros de arenitos, folhelhos, além de conglomerados (IBGE, 1999; POPP, 2012; SUGUIO, 2003).

Além dessas litologias, é importante destacar o Granitoide Mucambo - Suíte Intrusiva Meruoca, o qual corresponde a uma intrusão que se deu em regime distensivo, excetuando-se, portanto, do embasamento, mas que apresenta estreita relação com as bacias molássicas depositadas no graben Ubajara-Jaibaras, ambos relacionados ao Ciclo Brasileiro, processo tectônico que culminou na junção dos blocos tectônicos que atualmente formam os continentes da América do Sul e África.

Grupo Ubajara (NPu): unidade metassedimentar (HASUI, 2012) de idade neoproterozoica (~635-850 Ma) que ocorre nos setores leste e sudeste da área, ocupando majoritariamente a porção SO do graben Ubajara-Jaibaras, delimitado ao sul pelo granitoide Mucambo e composto pelas seguintes formações: **Trapiá** (NPuT): formação basal, composta por quartzitos conglomeráticos; **Caiçaras** (NPuCa): composta por ardósias vermelhas e roxo-avermelhadas, provenientes do metamorfismo de baixo grau (IBGE, 1999); **Frecheirinha** (NPuF): formada por calcários que distribuem-se em faixas irregulares na região compreendida entre a vertente leste da Ibiapaba e o maciço da Meruoca. Compõem os relevos calcários (cones cársticos – Figura 7, e a gruta de Ubajara) da região; **Coreaú** (NPuC): formação superior e de maior área aflorante.

Além dessas formações, tem-se os **termometamorfitos** (NPuTm), originados no período em que o grupo Ubajara foi cortado por intrusões graníticas e granodioríticas do granitoide Mucambo, resultando em suas áreas de contato no desenvolvimento dos termometamorfitos, derivados de litotipos das Formações Trapiá, Frecheirinha e Coreaú (CPRM, 2003). São zonas de transformação por metamorfismo de contato, que transiciona para as rochas não metamorfizadas da mesma unidade.

Grupo Jaibaras (ϵ Oj): unidade vulcanossedimentar de idade cambro-ordoviciano e origem fluvial presente na bacia Jaibaras, que tem uma área aflorante de aproximadamente 2.400 km², apresentando litologias com uma espessura total da ordem de 3.000 m (ALMEIDA e ANDRADE FILHO, 1999; HASUI, 2012), que preencheram pequenos semigrábens na forma de cunhas elásticas molássicas, representando, assim, uma unidade molássica com intercalações de rochas vulcânicas (OLIVEIRA, 1992; TORQUATO e NOGUEIRA NETO, 1996).

Figura 7: Visão de um dos cones cársticos do Parque Nacional de Ubajara, composto pelas rochas calcárias da Fm. Frecheirinha. Relevos com vertentes íngremes que se destacam na paisagem da região.



Fonte: Moura-Fé, 2015.

As formações que a constituem são: **Massapé** (ϵOjm): ortoconglomerados brechóides de origem fluvial (CPRM, 2003); **Pacujá** (ϵOjp): ocupando a maior parte do graben Ubajara-Jaibaras (BRAGA *et al.*, 1981; SANTOS *et al.*, 1984), é formada por arenitos líticos e arcoseanos, com metamorfismo de muito baixo grau (CPRM, 2003); **Parapuí** ($\epsilon Ojpa$): formada por basaltos, andesitos, riolitos, gabros, diabásios e dacitos (CPRM, 2003), rochas vulcânicas originados por um processo específico na região, o magmatismo Parapuí (ALMEIDA e ANDRADE FILHO, 1999; COSTA *et al.*, 1979); **Aprazível** (ϵOja): ortoconglomerados grossos e polimíticos, com matriz arcoseana e ocorrentes ao longo de linhas de falha e relevos escarpados (BRAGA *et al.*, 1981; COSTA *et al.*, 1979; CPRM, 2003), com destaque para a serra do Mucambo.

Grupo Riacho Sairi (ϵOs): a bacia do Riacho Sairi (ou Jaguarapi) é correlacionada com o Grupo Jaibaras. Nela não aparecem rochas vulcânicas, mas intrusões básicas estão presentes (HASUI, 2012). Os afloramentos das suas formações ocorrem no setor norte da área e apresentam majoritariamente contato com as litologias do Complexo Granja e do Grupo Martinópole, embora também aforem junto da vertente norte da Ibiapaba, sendo sobrepostos pelas Coberturas Sedimentares de Espreadimento Aluvial.

Granitoide Mucambo - Suíte Intrusiva Meruoca (εy4m): de idade cambriana (485,4-541 Ma) é composta por rochas plutônicas associadas aos plútons Meruoca e Mucambo (HASUI, 2012). Situa-se próximo da Ibiapaba, sendo separados pelos afloramentos dos termometamorfitos do Grupo Ubajara.

BACIA DO PARNAÍBA

A Ibiapaba apresenta um amplo predomínio litológico do Grupo Serra Grande, formação basal da bacia do Parnaíba, de idade paleozoica, em contraponto ao seu entorno, topograficamente mais rebaixado, onde a composição litológica apresenta-se bem mais complexa e diversificada, com a intercalação e sobreposição de diversos grupos geológicos de idades variadas, conforme visto nos itens anteriores.

A base litoestratigráfica da bacia do Parnaíba pode ser compartimentada em diferentes “províncias geotectônicas” (CORDANI *et al.*, 2009). Sobre esse embasamento, a sucessão de rochas sedimentares e magmáticas da bacia do Parnaíba é disposta em cinco supersequências: (1) Siluriana, (2) Mesodevoniana-Eocarbonífera, (3) Neocarbonífera-Eotriássica, (4) Jurássica e (5) Cretácea, que são delimitadas por discordâncias que se estendem por toda a bacia ou abrangem regiões extensas (VAZ *et al.*, 2007).

A 1ª supersequência, um ciclo transgressivo-regressivo completo de idade siluriana, está assentada sobre rochas proterozoicas ou sobre depósitos cambrianos e corresponde litoestratigraficamente ao **Grupo Serra Grande**. Em subsuperfície, ocorre praticamente em toda a extensão da bacia, contudo, sua área de afloramento consiste quase que exclusivamente na estreita faixa na extremidade leste da bacia, bordejada por rochas do embasamento (VAZ *et al.*, 2007), ou seja, a Ibiapaba, no Ceará (Figura 8).

Depositado durante o Siluriano e representando a 1ª supersequência de deposição sedimentar da bacia do Parnaíba, sobrepondo o embasamento, o Grupo Serra Grande é composto, a partir da base, pelas formações: **Ipu**, mais antiga, reúne estratos de arenitos e intercalações de siltitos e folhelhos, depositados numa grande variedade de ambientes, de periglacial e glacio-fluvial, a leques ou frentes deltaicas (CPRM, 2003; GÓES e FEIJÓ, 1994; SUGUIO, 1998; VAZ *et al.*, 2007); **Tianguá**, composta de folhelho, arenitos e intercalações de siltitos e folhelhos depositados em um ambiente de plataforma rasa (GÓES e FEIJÓ, 1994; VAZ *et al.*, 2007); **Jaicós**, dotada de arenitos cinza, friáveis, maciços ou com estratificação cruzada ou lenticular, depositados em sistemas fluviais entrelaçados (GÓES e FEIJÓ, 1994; PEREIRA *et al.*, 2012).

Figura 8: Vertente leste da Ibiapaba, na altura do município de Ubajara.



Fonte: Moura-Fé, 2015.

COBERTURAS CENOZOICAS

Constituem as litologias mais recentes da região da Ibiapaba, a saber:

Grupo Barreiras: subdivide-se em **Indiviso** e na **Formação Camocim**, ocupando setores desconectados entre si ao longo do limite norte da área de estudo, sobrepondo as litologias antigas do Complexo Granja e parte das formações do Grupo Riacho Sairi (CPRM, 2003).

Indiviso (ENb): sedimentos areno-argilosos e arenosos afossilíferos, inconsolidados e dotados de uma certa complexidade de fácies sedimentares. Mal selecionados e com eventual intercalação de conglomerados em proporções variadas, são sobrepostos diretamente ao embasamento cristalino (CASTRO, 1989; CLAUDINO-SALES, 2002; MOREIRA e GATTO, 1981; NASCIMENTO *et al.*, 1981; SOUZA, 1988).

Formação Camocim (ENbc): aflorando sob a forma de 2 manchas desconectadas entre si no setor extremo norte da área, sobrepõe as litologias dos grupos Sairi e Martinópole. Sua individualização foi feita inicialmente por Costa *et al.* (1979), os quais atribuíram características litológicas, estruturais e, por conseguinte, um posicionamento estratigráfico individualizado em relação ao Barreiras Indiviso.

Coberturas Sedimentares de Espraimento Aluvial (NQc): datadas entre o Neogeno e o Quaternário (2,588 Ma – dias atuais), essas coberturas incluem capeamentos de planaltos e coluviões holocênicos e são compostas por sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos. Apresentam-se, em certos locais, cascalhos e laterizados na base (geralmente, o cimento é argiloso e ferruginoso) (CPRM, 2003).

Litologicamente, caracterizam-se ainda por serem formados por material detrítico muito heterogêneo, incluindo blocos e calhaus angulosos de rochas, geralmente quartzíticos e migmatitos (provavelmente oriundos dos grupos Martinópole e Granja), dispersos em matriz argilo-arenosa, inconsolidadas, mal classificadas, pouco transportadas, indicativas de rochas fontes locais (COSTA *et al.*, 1979; NASCIMENTO *et al.*, 1981; MOURA-FÉ, 2015).

Localmente observa-se também uma incipiente laterização, formada quase que totalmente por seixos, calhaus e matacões de arenitos do Grupo Serra Grande (NASCIMENTO *et al.*, 1981; SOUZA, 1988), com ocorrência de afloramentos ao longo da escarpa setentrional da Ibiapaba. Neste setor, os sedimentos coluviais distribuem-se ao longo da base da Ibiapaba e dos maciços, na forma de tabuleiros, os quais ocupam notadamente as porções inter-fluviais da superfície sertaneja (Figura 9), recobrando as rochas do embasamento cristalino e provavelmente representando testemunhos de uma cobertura contínua.

Depósitos Aluviais (Q2a): compostos por argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas. Seu ambiente sedimentar é fluvial, em parte com influência marinha (CPRM, 2003). As aluviões são sedimentos predominantemente arenosos com lentes mais finas de silte e argila, com cascalho variando em lentes no meio do conjunto, constituindo os terraços fluviais atuais (SANTOS *et al.*, 1984).

Esses depósitos dispõem-se ao longo dos rios de maior porte, alargando-se consideravelmente nos baixos cursos. Desta forma, em um contexto geral, os maiores depósitos de aluviões são correlacionados aos vales dos rios Acaraú, Coreaú e ao rio Parnaíba, onde constituem um nível bem definido de terraços aluviais, com cotas elevadas a 4 ou 5 m do leito do rio (COSTA *et al.*, 1979; SOUZA, 1988). No contexto específico da área de estudo, os depósitos mais representativos são verificados junto ao leito do rio Coreaú, principal curso d'água da região.

Figura 9: Afloramento das Coberturas Sedimentares de Espriamento Aluvial, expressas geomorfologicamente como tabuleiros.



Fonte: Moura-Fé, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme visto, as diferentes idades e características litológicas das diversas rochas que estão presentes na região noroeste do Ceará, com ênfase na área delimitada para esse estudo, somadas à macro-estruturação tectônica da região, estão presentes em uma diversidade considerável de relevos.

Obviamente que as condições climáticas (similares às atuais e paleoclimáticas) fomentaram padrões intempérico-erosivos diferentes ao longo do cenozoico, influenciando na modelagem das rochas e na conformação dos relevos. Todavia, as características estruturais e litológicas de cada formação geológica descrita e analisada de forma sucinta neste trabalho são fundamentais para entendermos (ou pelo menos, nos aproximarmos) o quadro dinâmico que fomentou a conformação geomorfológica da atual paisagem da Ibiapaba.

De qualquer forma, a complexa abordagem evolutiva geomorfológica impõe uma etapa preliminar de conhecimento detalhado dos substratos geológicos, observando suas características particulares, suas características que podem ser tratadas de forma conjunta com outras formações, suas idades e correlações litoestratigráficas.

Neste sentido, o presente estudo, através do seu objetivo principal, o de apresentar os condicionamentos geológicos mais importantes para a geomorfologia da Ibiapaba em sua porção setentrional, contribui para o conhecimento da região e, por conseguinte, para outros estudos dentro (ou mesmo fora) das geociências.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa uma parte da tese de doutorado defendida pelo autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGG-UFC), sob orientação do prof. Jean-Pierre Peulvast, com apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), através da concessão da bolsa de estudo. A todos quero agradecer.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. R. e ANDRADE FILHO, J. F. **A Suíte magmática Parapuí – Sobral-CE: petrologia e posição estratigráfica.** Revista de Geologia – UFC (Fortaleza-CE), v. 12, p. 5-28, 1999.
- ANGELI, N.; NOGUEIRA NETO, J. A.; SOUZA, J. V.; RIBEIRO FILHO, E. e MORENO, R. **Minerais de minério e paragénese da jazida de cobre de Pedra Verde – Viçosa do Ceará.** Revista de Geologia – UFC (Fortaleza-CE), v. 06, p. 05-32, 1993.
- BRAGA, A. P. G.; PASSOS, C. A. B.; SOUZA, E. M.; FRANÇA, J. B.; MEDEIROS, M. F. e ANDRADE, V. A. **Geologia da região nordeste do estado do Ceará.** Projeto Fortaleza. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 1981.
- CASTRO, J. W. A. **Unidades geológicas do estado do Ceará.** In: Atlas do Ceará. Fortaleza: Fundação Iplance, Governo do estado do Ceará, 1989.
- CLAUDINO-SALES, V. **Les littoraux du Ceará. Evolution géomorphologique de la zone côtière de l'Etat du Ceará, Brésil – du long terme au court terme.** Thèse de Doctorat, Université Paris-Sorbonne, 511p. 2002.
- COELHO, A. L. N. **Uso de dados SRTM como ferramenta de apoio ao mapeamento geomorfológico de bacia de médio-grande porte.** Revista Geográfica Acadêmica, v. 2, n. 2, p. 138-153, 2008.
- CORDANI, U. G.; BRITO NEVES, B. B. e THOMAZ FILHO, A. **Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras (Atualização).** Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 17, n. 1, p. 205-219, 2009.
- COSTA, M. J.; FRANÇA, J. B.; LINS, C. A. C.; BACCHIEGGA, I. F.; HABEKOST, C. R. e CRUZ, W. B. **Geologia da Bacia Jaibaras: Ceará Piauí e Maranhão.** Projeto Jaibaras. Ministério das Minas e Energia (MME) / Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM): Brasília, 1979.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do estado do Ceará**. Escala 1:500.000. CD-ROM. 2003.
 FOSSEN, H. **Geologia Estrutural**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

HASUI, Y. **Sistema Orogênico Borborema**. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. e BARTORELLI, A. (Org). Geologia do Brasil. São Paulo: Beca, 2012.

GÓES, A. M. O. e FEIJÓ, F. J. **Bacia do Parnaíba**. Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 08, n. 1, p. 57-67, 1994.
 IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.
Glossário Geológico. Rio de Janeiro, IBGE, 1999.

IUGS. International Commission of Stratigraphy. **Tabela cronoestratigráfica internacional. 2013**. Disponível em: <
http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2013-01Portuguese_PT.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2013.

MACHADO, R. e SILVA, M. E. **Estruturas em Rochas**. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org). Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

MOREIRA, M. M. M. A. e GATTO, L. C. S. **Geomorfologia**. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SA-24 Fortaleza, p. 213-252. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará**: Gênese, Modelagem e Conservação. Tese de Doutorado apresentado ao PPGG da UFC, Fortaleza-CE, 2015. 307 p.

NASCIMENTO, D. A.; GAVA, A.; PIRES, J. L. e TEIXEIRA, W. **Geologia: Mapeamento Regional**. In: Projeto RADAMBRASIL. Folha SA.24 Fortaleza. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981.

OLIVEIRA, D. C. **Geologia do gráben de Martinópolis, área de Campanário/Paula Pessoa (Granja, CE)**: implicações na evolução litoestratigráfica e tectonometamórfica do noroeste do Ceará. Revista Brasileira de Geociências – SBG (São Paulo-SP), v. 22, n. 2, p. 143-156, 1992.

PEREIRA, E.; CARNEIRO, C. D. R.; BERGAMASCHI, S. e ALMEIDA, F. F. M. **Evolução das sinéclises paleozóicas**: Províncias Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná. In: HASUI, Y. et al. (Org). Geologia do Brasil. São Paulo: Beca, 2012.

PEULVAST, J-P. e BÉTARD, F. **Landforms and landscape evolution of the Equatorial margin of Northeast Brazil**: an overview. (Springer Earth System Sciences). New York: Springer International Publishing, 2015. 186 p.

PIRES, F. R. M. **Arcabouço geológico**. In: CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T. Geomorfologia do Brasil. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

SANTOS, E. J.; COUTINHO, M. G. N.; COSTA, M. P. A. e RAMALHO, R. **A região de dobramentos nordeste e a bacia do Parnaíba, incluindo o Cráton de São Luís e as bacias marginais**. In: SCHOBENHAUS, C. (Coord.). Geologia do Brasil. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1984.

SOUZA, M. J. N. **Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará**. Revista de Geologia – UFC (Fortaleza-CE), n. 1, p. 73-91, 1988.



Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 19, n. 2, p. 35-54, Dez. 2017, <http://uvanet.br/rcgs>. ISSN 2316-8056 © 1999, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Todos os direitos reservados.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

_____. **Dicionário de geologia sedimentar (e áreas afins)**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar (e áreas afins)**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

TORQUATO, J. R. e NOGUEIRA NETO, J. A. **Historiografia da região de dobramentos do Médio Coreaú**. Revista Brasileira de Geociências – SBG (São Paulo-SP), v. 26, n. 4, p. 303-314, 1996.

VAZ, P. T.; REZENDE, N. G. A. M.; WANDERLEY FILHO, J. R. e TRAVASSOS, W. A. S. **Bacia do Parnaíba**. Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007.